

Results of a survey of biological control agents of the coconut mite *Eriophyes guerreronis*

R. A. HALL (1), N. W. HUSSEY (1) and D. MARIAU (2)

Summary. — A survey was undertaken to find natural enemies of *Eriophyes guerreronis*, a serious eriophyid mite pest of coconuts. The survey extended to 18 localities including non-affected regions. Nuts from Pacific areas bore only mild symptoms, the causal agent being another eriophyid species, *Colomerus novaehbridensis*. Several fungi were found associated with both mite species, only one, *Hirsutella thompsonii*, being pathogenic. Two species of predator (*Lupotarsonemus* spp.) were found feeding on colonies of both species of mite but are considered to be of minor significance in reducing populations. It is considered that the fungus, *Hirsutella thompsonii* offers the most potential for biological control.

In recent years, the eriophyid mite, *Eriophyes guerreronis*, has become a serious pest in coconuts in the Caribbean, West Africa and South America. In contrast, in the Pacific and Indian Ocean areas, damage similar to that induced by *E. guerreronis* occurs only sporadically and is of no economic importance.

E. guerreronis feeds on the epidermis beneath floral bracts of the coconut and can cause severe distortion of the husk (Fig. 1) with consequent serious reduction in copra yields in some areas. Beneath the shelter of the bract, *E. guerreronis* is well protected from pesticide application so that biological agents well adapted to spread are favoured for control. Predators of *E. guerreronis* are known, but, being considerably larger, they are unlikely to penetrate beneath the tightly adpressed bracts [Mariau, 1977]. Until now, no pathogens of coconut mites have been isolated. Indeed, only one microorganism, the fungus *Hirsutella thompsonii*, is definitely known to be pathogenic to the Eriophyidae. This fungus is, at present, under extensive trial in Florida to control the citrus rust mite, *Phyllocoptiruta oleivora* [McCoy *et al.*, 1975; McCoy and Selhime, 1974].

In this paper, the results of a preliminary survey to find biological control agents of *E. guerreronis* are presented. The survey focussed mainly on the Pacific and Indian Ocean areas in the hope of finding natural mortality factors of *E. guerreronis*, which were not prevalent in the badly affected regions elsewhere. Also, the results of pathogenicity tests with fungi discovered during the survey are given.

MATERIALS AND METHODS

Collection of material.

In response to a postal circular, coconuts bearing symptoms of mite damage were despatched from various localities to England by air.

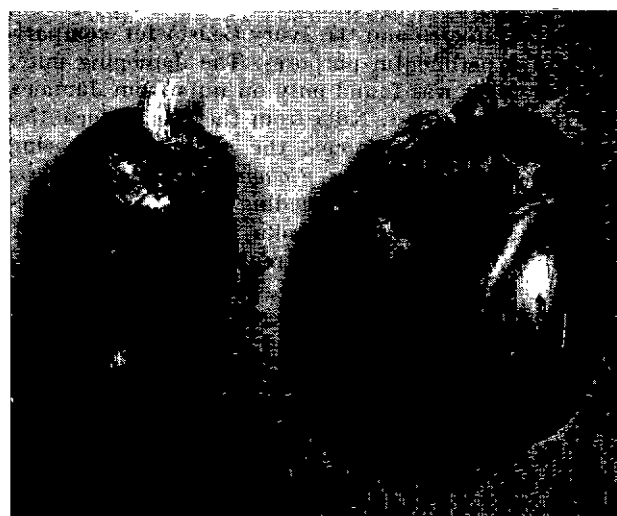


FIG. 1. — Distortion of nuts caused by *Eriophyes guerreronis* (Déformation de noix causée par *E. guerreronis*)

Pathogenicity experiments.

Fungi were isolated from mites on Sabouraud dextrose agar (Oxoid Ltd.) containing 100 µg/ml of streptomycin sulphate (Sigma Ltd.). For pathogenicity experiments, *H. thompsonii* strains were cultured in flasks containing 100 ml of Sabouraud liquid media, agitated on a reciprocal shaker for 6 days at $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$. The resulting mycelial growth was blended for 1 minute immediately prior to spraying on to mites. For the other fungal species which, in contrast to *H. thompsonii*, sporulated well in agar culture, conidia were harvested and standardised using the methods of Hall [1976]. For spraying, the bracts of infested coconuts were gently removed revealing the mite colonies beneath. Spores or mycelial fragments were sprayed briefly on to the colonies whereupon bracts were replaced and secured with rubber bands. Control mites were sprayed only with distilled water. Four to five nuts were used for each treatment. The nuts were held at $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ in perspex cages at high RH. Mite colonies were periodically examined for mortality and infection.

(1) Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, Sussex (England).

(2) I. R. H. O. 01 B. P. 1001 — Abidjan 01 (Ivory Coast).

RESULTS

As a result of the postal circular sent to localities in the Pacific and Indian Oceans, replies pertaining to the prevalence of mite-type damage were received from 18 localities : — Mauritius, Seychelles, Sri Lanka *, India, Thailand *, Indonesia *, Sarawak, Tonga *, Brunei, Sabah, Philippines *, New Britain (Papua New Guinea) *, Gilbert & Ellice Islands, Solomon Islands *, New Hebrides *, New Caledonia *, Cook Islands *, and Tahiti *. Place names marked with an asterisk (*) indicate positive replies concerning the existence of nuts bearing symptoms of mite damage. All other replies were negative. However, since damage can be subtle and even pass unnoticed, it is felt that the negative replies should not be regarded as definitive.

Coconuts bearing symptoms of mite damage were received in good condition in England from the following localities in the Pacific and Indian Oceans : Philippines, New Hebrides, New Guinea and Sri Lanka. Nuts were dispatched also from badly affected zones (Jamaica and the Ivory Coast) for comparison and experimental purposes. The damaging mite, *E. guerreronis* was found only on nuts from Jamaica and the Ivory Coast. Nuts from the Pacific localities bore only mild symptoms, the causal agent being another eriophyid species, *Colomerus novaehbridensis* which occupied the same feeding niche as *E. guerreronis*. The nuts from Sri Lanka were damaged more extensively though this was regarded as exceptional (Mahindapala, pers. comm.) and was apparently caused by an as yet underscribed species of *Dolichotetranychus* (Tenuipalpidae).

Pathogens.

With the exception of the mites from Sri Lanka, which were all dead on arrival, both live and dead colonies of eriophyid mites were found beneath virtually all coconut bracts examined. The dead colonies fell into two categories : firstly, many dead colonies, like healthy specimens, were white in colour and bore no internal or external symptoms of fungal or bacterial disease. Preliminary examination of such mites under the electron microscope revealed no trace of virus-like particles. The cause of the death of such colonies remains unknown. Secondly, some dead

colonies were in the mass, coloured brown and often, but not always, associated with fungi. These fungi were predominantly yeasts, actinomycetes and three Deuteromycetes, *Acremonium curvulum*, *Fusarium moniliforme*, var. *Subglutinans* and *Hirsutella thompsonii*, all of which are evidently ubiquitous (Table I). *H. thompsonii* was also observed on *Dolichotetranychus* sp. from Sri Lanka. These fungi except the latter strain were isolated in pure culture on Sabouraud dextrose agar. All the *H. thompsonii* strains except the New Hebrides isolate, produced synnemata readily after 2-4 weeks incubation at 20 °C on SDA (Table II). Recently, Samson *et al.* [1979] have proposed a new variety of *H. thompsonii* (var. *synnematos*), to accomodate synnematus strains.

The natural incidence of *H. thompsonii* was low (Table III), but when present on a nut, the fungus had assumed epizootic proportions beneath the bracts of coconuts, except in the sample from the New Hebrides, where the disease was incipient.

Predators.

Few predators were discovered on the samples. Many other non-eriophyid mites were present in the micro-environment of the bract and were thought to be mainly detritus feeders. However, on nuts from both the Ivory Coast and New Guinea, tarsonemids (*Lupotarsonemus* spp.) were observed feeding on the eggs and occasionally the adults of *E. guerreronis* and *C. novaehbridensis*. The importance of these slow-moving predators, perhaps only twice as large as their prey, as natural control agencies is probably limited because they exist in at least one area (Ivory Coast) where the eriophyid mite problem is serious and since they were only found on a small percentage of nuts, are not naturally widespread.

Fungal pathogenicity tests.

One strain of *F. moniliforme* and one of *A. curvulum*, together with all the strains of *H. thompsonii*, were tested for pathogenicity to *E. guerreronis* on nuts imported from Jamaica. Also tested against *E. guerreronis* was a strain of *Verticillium lecanii* isolated from another eriophyid mite, *Cecidophyopsis ribis* on blackcurrants [Kanagaratnam *et al.*, unpublished].

The method of testing pathogenicity was not totally

TABLE I. — Fungi associated with dead mites on coconuts
(Champignons associés aux acariens morts sur noix de cocotiers)

Origin of nuts (Origine des noix)	Mite species (Espèces d'acariens)	Fungi found (Champignons trouvés)
Ivory Coast (Côte-d'Ivoire)	<i>E. guerreronis</i>	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Acremonium curvulum</i> , <i>Hirsutella thompsonii</i> , Yeasts, Actinomycetes
Jamaica (Jamaïque)	<i>E. guerreronis</i>	<i>F. moniliforme</i> , <i>A. curvulum</i> , <i>H. thompsonii</i> , Yeasts, Actinomycetes
Philippines	<i>C. novaehbridensis</i>	Yeasts, Actinomycetes
New Guinea (Nouvelle-Guinée)	<i>C. novaehbridensis</i>	<i>H. thompsonii</i> , Yeasts, Actinomycetes
New Hebrides (Nouvelles-Hébrides)	<i>C. novaehbridensis</i>	<i>H. thompsonii</i> , <i>A. curvulum</i> , <i>F. moniliforme</i> , Yeasts, Actinomycetes
Sri Lanka	<i>Dolichotetranychus</i> sp.	<i>H. thompsonii</i>

TABLE II. — Synnemata production of *Hirsutiella thompsonii* strains on Sabouraud dextrose agar
(Production de synnemata des souches de *Hirsutiella thompsonii* sur le milieu de Sabouraud)

Origin of strains (Origine des souches)	Quality of synnemata production (Importance de la production de synnemata)
Ivory Coast (Côte d'Ivoire)	Sparse, thin, up to 15 cm long (Épars, mince, > 15 cm de long)
Jamaica (Jamaïque)	Luxuriant, thin, up to 15 cm long (Abondant, mince, > 15 cm de long)
New Guinea (Nouvelle-Guinée)	Luxuriant, thick, up to 5 cm long (Abondant, épais, > 5 cm de long)
New Hebrides (Nouvelles-Hébrides)	None (Aucun)
Sri Lanka	Not isolated in culture (Non isolé en culture)

TABLE III. — Natural incidence of *H. thompsonii* infection among mite-infested nuts
(Incidence naturelle de l'infection de *H. thompsonii* sur les noix contaminées par des acariens)

Origin of nuts (Origine des noix)	Number of nuts received (Nbre de noix reçues)	P. 100 infested with (contaminées par) <i>H. thompsonii</i>
Ivory Coast (Côte d'Ivoire)	79	5
Jamaica (Jamaïque)	72	2
New Hebrides (Nouvelles-Hébrides)	30	3.3
New Guinea (Nouvelle-Guinée)	7	14
Sri Lanka	3	33

TABLE IV. — Pathogenicity (*) of fungi to (Pathogénicité des champignons à l'égard de) *E. guerreronis*

Experiment 1 (1^{re} expérience).

Species and origin (Espèces et origine)	<i>H. thompsonii</i> (Ivory Coast — Côte-d'Ivoire)	<i>H. thompsonii</i> (Jamaica — Jamaïque)	Control (Témoin)
Day after treatment (Nbre de jours après traitement)			
2	++	+	—
3	+++	++	(+)
4	++++	+++	+

Experiment 2 (2^e expérience)

Species and origin (Espèces et origine)	<i>H. thompsonii</i> (Ivory Coast — Côte-d'Ivoire)	<i>H. thompsonii</i> (Jamaica — Jamaïque)	<i>H. thompsonii</i> (New Hebrides — Nouvelles-Hébrides)	<i>H. thompsonii</i> (New Guinea — Nouvelle Guinée)	<i>V. lecanii</i> (England — Angleterre) 5.4 × 10 ⁷ spores/ml	Control (Témoin)
Day after treatment (Nbre de jours après traitement)						
4	++++ (+)	++++	++	++	+++	(+)
6	++++	++++	+++ (+)	+++	++++	++

Experiment 3 (3^e expérience)

Species and origin (Espèces et origine)	<i>Fusarium moniliforme</i> (Ivory Coast — Côte-d'Ivoire) 4.5 × 10 ⁷ spores/ml	<i>Acremonium curvulum</i> (Ivory Coast — Côte-d'Ivoire) 9.8 × 10 ⁷ spores/ml	Control (Témoin)
Day after treatment (Nbre de jours après traitement)			
5	—	—	—

(*) +, ++, +++, ++++ : approximately (approximativement) 25, 50, 75, 100 p. 100 respectively of mite population killed (de mortalité des populations d'acariens).

satisfactory since nuts deteriorated rapidly after removal and replacement of bracts so that experiments could not be continued beyond 6 days at 20 °C, because control mortality increased, usually by drowning in the exudate from the nut. Injection of fungal suspensions underneath the intact bract killed mites extremely rapidly. Artificial rearing of the mite in the laboratory would permit the development of a more sensitive mode of pathogenicity testing but this has not so far been accomplished.

All strains of *H. thompsonii* were pathogenic to *E. guerreronis*, killing mites after only two days

(Table IV). Invading hyphae could be seen inside live mites mounted and cleared in Hoyer's fluid. The Ivory Coast strain killed mites most rapidly and sporulated most profusely both from particles of sprayed mycelium and on mite bodies. The strain of *V. lecanii* grew and sporulated profusely on mites in 3-4 days apparently killing them but, despite exhaustive searching, no live mite bearing internal fungal growth was discovered. In contrast dead mites, bore extensive internal hyphal growth of *V. lecanii*, *F. moniliforme* and *A. curvulum* grew and sporulated only on the nut surface and did not kill any mites (Table IV) and

were presumed to be saprophytic. Control mites remained generally healthy for up to 6 days and dead specimens were never associated with the fungi.

DISCUSSION

Naturally occurring control agents of *E. guerreronis* found in this survey were restricted to the fungus, *H. thompsonii* and the predacious mites, *Lupotarsonemus* spp. In the samples of nuts received, the incidence of these agents was low, indicating that their spread is inefficient in nature. Furthermore, *Lupotarsonemus* spp. when present seemed to be having little impact on mite populations. However, *H. thompsonii*, once beneath the bract, where the relative humidity of the microclimate is high and thus favourable for fungal development, spread effectively within mite populations. It is possible that field applications of *H. thompsonii* may increase the incidence of disease amongst mites by establishing reservoirs of sporulating mycelium on the foliage and nuts from which spores may be carried, perhaps by itinerant mites and other insects to the bracts where the presence of the fungus would hopefully render nuts immune from damage. Spores of *H. thompsonii* cannot easily be mass-produced but mycelial fragments in a nutrient formulation can be sprayed instead which, under favourable conditions will grow and sporulate [McCoy *et al.*, 1975]. Thus, active growth and sporulation of *H. thompsonii* in the field is a prerequisite to mite infection and a virulent strain which, like the Ivory Coast isolate, sporulates well on coconuts after application should be selected for field trials. It is possible that the strain of *H. thompsonii* currently under consideration for commercial production by Abbot Laboratories Inc. [McCoy, *in press*] may fulfil these requirements. *Verticillium lecanii* has only once been implicated as a pathogen of eriophyid mites by Massee [*in* Taylor, 1909]. The strain of *V. lecanii* isolated from *C. ribis* is possibly

pathogenic but further tests are required to confirm this.

Interestingly, in this survey, *E. guerreronis* was not found in samples received from the Pacific and Indian Ocean areas where mite-damage is almost non-existent. Instead, *C. novaehbridensis*, which occupies the same feeding niche, seems to be widespread in the Pacific regions but causes little damage, which may be due to less toxic salivary secretions. The spread of *E. guerreronis* — damage in the badly affected zone, South America, The Caribbean, West Africa — has been extremely rapid [Mariau, 1977; Ortega *et al.*, 1965] and may yet spread to these unaffected areas in the Pacific. On the other hand, *C. novaehbridensis* may effectively compete with *E. guerreronis* and would thus constitute a means of control. However, even if this were true, it is possible that the introduction of *C. novaehbridensis* into a new (badly affected) locality may have unforeseen undesirable consequences and so cannot yet be seriously contemplated. Therefore, the most promising candidate for the biological control of *E. guerreronis* is *H. thompsonii*. Plans for field trials in Grenada and the Ivory Coast are under consideration.

Acknowledgments. — This study was, in part, financed by the O. D. M. The authors wish to thank Dr C. Payne and Mr P. Atkey, G. G. R. I., for assistance with electron microscopy; Drs C. Booth and B. Brady of the Commonwealth Mycological Institute for identifying *A. curvulum* and *F. moniliforme* and Mr D. Mac Farlane of the Commonwealth Institute of Entomology for identifying the mite species. We are also indebted to the following who kindly sent us samples of coconuts: M. J.-F. Julia (Ivory Coast), M. G. de Taffin (New Hebrides), Dr C. Perry (New Guinea), Dr B. Zelazny (Philippines), Dr R. Mahindapala (Sri Lanka), Dr M. Carsalade (Tahiti), Dr D. Romney (Jamaica), Dr P. S. Crooker (Tonga), Dr K. G. Winsor, O. D. M. (Thailand).

REFERENCES

- [1] HALL R. A. (1976). — A bioassay of the pathogenicity of *Verticillium lecanii* conidiospores on the aphid, *Macrosiphoniella sanborni*. *Journal of Invertebrate Pathology*, **27**, p. 41-48.
- [2] MCCOY C. W., HILL A. J. and KANAVEL R. F. (1975). — Large-scale production of the fungal pathogen *Hirsutiella thompsonii* in submerged culture and its formulation for application in the field. *Entomophaga*, **20**, p. 229-240.
- [3] MCCOY C. W. and SELHIME A. G. (1974). — The fungus pathogen, *Hirsutiella thompsonii* and its potential use for control of the citrus rust mite in Florida. *Proc. Int. Citrus Congr.* Vol. II, Murcia, Spain (1973).
- [4] MCCOY C. W. — Fungi: Pest control by *Hirsutiella thompsonii*. In « Microbial control of insects, mites and plant diseases. Vol. 2 » (H. D. Burges, ed.), Academic Press, London (*In press*).
- [5] MARIAU D. (1977). — *Aceria (Eriophyes) guerreronis*: Un important ravageur des cocoterales africaines et américaines. *Oléagineux*, **32**, p. 101-108.
- [6] ORTEGA A. C., JOEL RODRIGUEZ V. Y. and CARLOS GARIBAY V. (1965). — Investigaciones preliminares sobre el Eriofido del fruto del cocotero, *Aceria guerreronis* Kelfer, en la Costa Grande de Guerrero. *Agricultura Técnica en México*, **2**, p. 222-226.
- [7] SAMSON R. A., MCCOY C. W. and O'DONNELL K. L. (1979). — Taxonomic studies on the mite parasite, *Hirsutiella thompsonii*. *Mycologia* (*In press*).
- [8] TAYLOR A. M. (1909). — Descriptions and life histories of two new parasites of the black currant mite, *Eriophyes ribis* (Nal.) *J. econ. Biol.*, **4**, p. 1-8.

RÉSUMÉ

Résultats d'une enquête concernant les agents de lutte biologique contre l'acarien du cocotier *Eriophyes guerreronis*.

R. A. HALL, N. W. HUSSEY et D. MARIAU, *Oléagineux*, 1980, 35, N° 8-9, p. 395-400.

Une enquête a été entreprise afin de trouver des ennemis naturels d'*Eriophyes guerreronis*, acarien ériophyide nuisible au cocotier. L'enquête a concerné 18 localités, y compris des régions indemnes. Les noix des régions du Pacifique ne présentaient que des symptômes bénins, l'agent causal étant une autre espèce d'ériophyide, *Colomerus novaehbridensis*. Plusieurs champignons ont été trouvés associés aux deux espèces d'acariens, mais un seul, *Hirsutella thompsonii*, était pathogène. On a trouvé deux espèces de prédateurs (*Lupotarsonemus* spp.) qui se nourrissaient des colonies des deux espèces d'acariens, mais elles sont considérées d'une faible efficacité dans la réduction des populations. On pense que le champignon *Hirsutella thompsonii* offre les meilleures possibilités de lutte biologique.

RESUMEN

Resultados de una investigación sobre los agentes de lucha biológica contra el ácaro del cocotero *Eriophyes guerreronis*.

R. A. HALL, N. W. HUSSEY y D. MARIAU, *Oléagineux*, 1980, 35, N° 8-9, p. 395-400.

Se ha realizado una investigación para encontrar enemigos naturales de *Eriophyes guerreronis*, que es un ácaro *Eriophyidae* perjudicial al cocotero. La investigación abarcó 18 localidades, inclusive comarcas ilesas. Las nueces de las comarcas próximas al Pacífico no presentaban sino síntomas benignos, siendo el agente causal otra especie de *Eriophyidae*, *Colomerus novaehbridensis*. Se encontró varios hongos asociados con las dos especies de ácaros, pero sólo había un hongo patógeno, *Hirsutella thompsonii*. Se encontró dos especies de depredadores (*Lupotarsonemus* spp.) que se alimentaban de las colonias de dos especies de ácaros, pero se las considera poco eficaces en la reducción de las poblaciones. Se piensa que el hongo *Hirsutella thompsonii* el lo que ofrece las mejores posibilidades de lucha biológica.

Résultats d'une enquête concernant les agents de lutte biologique contre l'acarien du cocotier *Eriophyes guerreronis*

R. A. HALL (1), N. W. HUSSEY (1) et D. MARIAU (2)

Au cours de ces dernières années, l'acarien ériophyide, *Eriophyes guerreronis*, est devenu un important ravageur dans les Caraïbes, en Afrique de l'Ouest et en Amérique du Sud. En comparaison, dans les régions du Pacifique et de l'Océan Indien on observe des dégâts similaires à ceux provoqués par *E. guerreronis*, mais ils sont sporadiques et sans importance économique.

E. guerreronis se nourrit aux dépens des tissus épidermiques situés sous les bractées de la fleur du cocotier et peut occasionner une importante déformation de la bourre (Fig. 1) avec, dans certaines régions, une sérieuse réduction des rendements en coprah. A l'abri des bractées, *E. guerreronis* est bien protégé de l'application de pesticide, de sorte que la lutte à l'aide d'agents de contrôle biologique qui se dispersent bien est favorable. On connaît des prédateurs de *E. guerreronis* mais, étant considérablement plus grands, ils sont incapables de pénétrer sous les bractées étroitement plaquées au fruit [Mariau, 1977]. Jusqu'à présent aucun organisme pathogène des acariens du cocotier n'a encore été mis en évidence. En effet, un seul microorganisme, le champignon *Hirsutella thompsonii*, est connu de façon certaine pour être pathogène des Eriophyidae. Ce champignon est actuellement l'objet d'importants essais en Floride pour lutter contre l'acarien des agrumes, *Phyllocoptruta oleivora* [Mc Coy et al., 1975; Mc Coy et Selhime, 1974].

Dans cet article, sont présentés les résultats d'une enquête préliminaire destinée à trouver des agents de contrôle biologique de *E. guerreronis*. L'enquête a été principalement orientée dans les régions du Pacifique et de l'Océan indien dans l'espoir de mettre en évidence des facteurs de mortalité naturels de *E. guerreronis*, qui ne l'emportent pas dans les autres régions fortement affectées. Les résultats de tests de pathogénéité de champignons trouvés au cours de l'enquête sont également donnés.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Collection de matériel.

En réponse à une demande circulaire, des noix de cocotiers portant des symptômes d'attaque d'acarien ont été, à partir de différentes régions, expédiées par avion en Angleterre.

Expériences de pathogénéité.

Les champignons ont été isolés sur le milieu de Sabouraud (Oxoid Ltd) contenant 100 µg/ml de sulfate de streptomycine (Sigma Ltd). Pour les expériences de pathogénéité, les souches de *H. thompsonii* ont été cultivées dans des flacons contenant 100 ml de milieu liquide de Sabouraud et secoués sur une table d'agitation pendant 6 jours à 20 °C ± 1. Le développement mycélien qui en a résulté a été mélangé pendant 1 mn juste avant d'être pulvérisé sur les acariens. Pour les autres espèces de champignon qui, contrairement à *H. thompsonii*, sporulent bien dans le milieu d'agar, les conidies sont récoltées et standardisées suivant la technique de Hall [1976]. Pour la pulvérisation, les bractées des noix de coco contaminées sont enlevées délicatement laissant apparaître les colonies d'acariens. Les spores ou les fragments mycéliens sont rapidement pulvérisés sur les colonies avant de remettre en place les bractées qui sont maintenues à l'aide de bracelets de caoutchouc. Les acariens de l'objet témoin sont traités avec seulement de l'eau distillée. Pour chaque traitement on a utilisé 4 ou 5 noix. Les noix sont maintenues à 20 °C ± 1 dans des cages en plexiglas à forte humidité relative. Les colonies d'acariens sont examinées de façon périodique pour contrôler la mortalité et la contamination.

RÉSULTATS

Le résultat de la demande circulaire, envoyée aux régions du Pacifique et de l'Océan Indien, s'est traduit par des réponses ayant trait à des attaques du type acarien dominant en provenance de 18 localités : Ile Maurice, Seychelles, Sri Lanka *, Inde, Thaïlande *, Indonésie *, Sarawak, Tonga *, Brunei, Sabah, Philippines *, Nouvelle-Bretagne (Papouasie Nouvelle-Guinée *), Iles Gilbert et Ellice, Iles Salomon *, Nouvelles-Hébrides *, Nouvelle-Calédonie *, Iles Cook * et Tahiti *. Les noms de localités marqués de l'astérisque (*) correspondent à des réponses positives concernant l'existence de noix portant des symptômes d'attaques d'acariens. Toutes les autres réponses ont été négatives. Cependant, étant donné que les dommages peuvent être discrets et même passer inaperçus, il va de soi que les réponses négatives ne peuvent être considérées comme définitives.

A partir du Pacifique et de l'Océan Indien, des noix portant des symptômes d'attaques d'acariens ont été reçues dans de bonnes conditions des localités suivantes : Philippines, Nouvelles-Hébrides, Nouvelle-Guinée et Sri Lanka. Des noix ont également été envoyées à partir de régions fortement affectées

(1) Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, Sussex Angleterre)

(2) I. R. H. O., 01 B. P. 1001, Abidjan 01 (Côte-d'Ivoire).

(Jamaïque et Côte-d'Ivoire), à titre de comparaison et à des fins expérimentales. L'acarien ravageur *E. guerreronis* n'a été trouvé que sur des noix provenant de Jamaïque et de Côte-d'Ivoire. Les noix provenant des régions du Pacifique ne portaient que de légers symptômes d'attaque, l'agent causal étant une autre espèce d'eriophyide, *Colomerus novehebridensis*, qui occupe le même emplacement nutritionnel que *E. guerreronis*. Les noix en provenance de Sri Lanka étaient attaquées de façon plus intensive, bien que ces attaques doivent être considérées comme exceptionnelles (Mahindapala, communication personnelle) et sont apparemment causées par une espèce de *Dolichotetranychus* (Tenuipalpidae) non encore décrite.

Organismes pathogènes.

À l'exception des acariens de Sri Lanka, qui étaient tous morts à l'arrivée, des colonies d'acariens vivants et morts ont été trouvées sous, virtuellement, toutes les bractées des noix examinées. Les colonies mortes ont été classées dans deux catégories : d'abord de nombreuses colonies mortes, comme les individus sains, étaient de couleur blanche et ne présentaient aucun symptôme externe ou interne de maladie à champignon ou à bactérie. Un examen préliminaire de ces acariens au microscope électronique n'a pas révélé de traces de particules virales. La cause de la mortalité de ces colonies reste inconnue. Deuxièmement, quelques colonies mortes étaient colorées en brun dans la masse et souvent, mais pas toujours, associées à des champignons. Ces champignons étaient principalement des levures, des acinomyètes et trois deutéromycètes, *Acremonium curvulum*, *Fusarium moniliforme*, var. *Subglutinans* et *Hirsutella thompsonii*, chacun d'eux étant évidemment ubiquiste (Tabl. I). *H. thompsonii* a également été observé sur *Dolichotetranychus* en provenance de Sri Lanka. Ces champignons, sauf la dernière souche, ont été isolés en culture pure sur le milieu de Sabouraud. Toutes les souches de *H. thompsonii*, à l'exception de celle isolée des Nouvelles-Hébrides, ont produit facilement des synnemata après 2 à 4 semaines d'incubation à 20 °C dans le milieu de Sabouraud (Tabl. II). Récemment Samson *et al.* [1979] ont proposé une nouvelle variété de *H. thompsonii*, (var. *synnematosus*) pour différencier les souches à synnema.

L'incidence naturelle de *H. thompsonii* est faible (Tabl. III) mais quand il est présent sur une noix, le champignon s'est manifesté en forme d'épizootie sous les bractées des noix, sauf dans l'échantillon des Nouvelles-Hébrides où la maladie ne faisait que commencer à se développer.

Prédateurs.

Quelques prédateurs ont été observés dans les échantillons. De nombreux autres acariens non-eriophyides étaient présents dans le micro-environnement des bractées et ont été considérés comme étant principalement détritivores. Cependant, sur des noix provenant de Côte-d'Ivoire et de Nouvelle-Guinée, des tarsonemides (*Lupotarsonemus* spp.) ont été observés en train de se nourrir sur des œufs et occasionnellement sur des adultes de *E. guerreronis* et de *C. novahebridensis*. L'importance de ces prédateurs, qui se déplacent lentement et sont environ deux fois plus grands que leur proie, comme agents de contrôle naturel est probablement réduite parce qu'ils existent dans au moins un pays (Côte-d'Ivoire) où le problème de l'acarien eriophyide est sérieux. Etant donné qu'on ne les trouve que sur un faible pourcentage de noix ils n'ont pas une large dispersion naturelle.

Test de pathogénéité des champignons.

Une souche de *F. moniliforme* et une de *A. curvulum*, ensemble avec toutes les souches de *H. thompsonii*, ont fait l'objet de tests de pathogénéité à l'égard de *E. guerreronis* sur des noix importées de Jamaïque. On a également testé sur *E. guerreronis* une souche de *Verticillium lecanii*, isolée d'un autre acarien eriophyide, *Cecidophyopsis ribis* sur cassis [Kanagaratnam *et al.*, non publié].

La méthode de test de pathogénéité n'est pas parfaitement satisfaisante étant donné que les noix se détériorent rapidement après qu'on ait enlevé puis remis les bractées ; ainsi, ces essais ne peuvent être poursuivis au-delà de 6 jours à 20 °C parce que la mortalité augmente dans le témoin, habituellement due au fait que les acariens se noient dans l'exsudat de la noix. Des injections de suspensions de champignon sous les bractées laissées intactes tuent les acariens extrêmement rapidement. L'élevage des acariens sur milieu artificiel au laboratoire devrait permettre la mise au point d'une technique de contamination plus précise mais cela n'a pas encore été réalisé.

Toutes les souches de *H. thompsonii* sont pathogènes à l'égard de *E. guerreronis*, tuant les acariens au bout de deux jours (Tabl. IV). L'envahissement des hyphes peut être observé à l'intérieur des acariens vivants montés et clarifiés

dans le liquide de Hoyer. La souche de Côte-d'Ivoire tue les acariens plus rapidement et sporule plus abondamment, aussi bien à partir des particules de mycélium pulvérisé que sur le corps des acariens. La souche de *V. lecanii* se développe et sporule abondamment sur les acariens, en 3 à 4 jours, qui sont apparemment tués mais, malgré des recherches approfondies, aucun acarien vivant, montrant le développement interne du champignon, n'a pu être observé. En comparaison, les acariens morts portent un important développement intérieur d'hyphes de *V. lecanii*. *F. moniliforme* et *A. curvulum* poussent et sporulent uniquement sur la surface de la noix et ne tuent aucun acarien (Tabl. IV), ils sont probablement des saprophytes. Les acariens du témoin demeurent généralement sains pendant 6 jours et les spécimens morts n'ont jamais été trouvés en association avec des champignons.

DISCUSSION

Les agents se présentant comme limitant naturellement *E. guerreronis*, trouvés au cours de cette enquête, sont réduits au champignon, *H. thompsonii* et aux acariens prédateurs *Lupotarsonemus* spp. Dans les échantillons de noix reçus, l'incidence de ces agents était faible, indiquant que leur dispersion est inefficace dans la nature. De plus, *Lupotarsonemus* spp., quand il est présent, semblait n'avoir qu'un faible impact sur les populations de l'acarien. Cependant, *H. thompsonii*, une fois sous les bractées, où l'humidité relative du microclimat est élevée et ainsi favorable au développement du champignon, se développe effectivement au sein des populations de l'acarien. Il est possible que des applications au champ de *H. thompsonii* puissent accroître l'incidence de la maladie parmi les acariens, en établissant des réservoirs de mycélium sporulant sur le feuillage et les noix d'où les spores pourraient être transportées, peut-être par des acariens itinérants et divers insectes, jusqu'aux bractées où la présence du champignon pourrait, on peut l'espérer, rendre les noix indemnes d'attaque. Les spores de *H. thompsonii* ne peuvent être facilement produites en grande quantité mais les fragments mycéliens dans la solution nutritive peuvent être pulvérisés alors que, dans des conditions favorables, il se développera et sporulera [Mc Coy *et al.*, 1975]. Ainsi, l'actif développement et la sporulation de *H. thompsonii* dans les champs est une condition nécessaire à la contamination de l'acarien et une souche virulente qui, comme celle isolée de Côte-d'Ivoire sporule bien sur les noix de coco après application, serait retenue pour les essais au champ. Il est possible que la souche de *H. thompsonii*, généralement prise pour une production commerciale des laboratoires Abbot [Mc Coy, sous presse] puisse remplir ces conditions. *Verticillium lecanii* n'a été qu'une seule fois reconnu comme pathogène d'un acarien eriophyide par Massee [dans Taylor, 1909]. La souche de *V. lecanii*, isolée de *C. ribis*, est peut-être pathogène mais des tests complémentaires sont nécessaires pour le confirmer.

De façon intéressante, dans cette enquête, *E. guerreronis* n'a pas été trouvé dans les échantillons reçus du Pacifique et de l'Océan Indien où les dégâts d'acariens sont quasi inexistant. Au contraire, *C. novahebridensis*, qui occupe la même niche alimentaire, semble être largement répandu dans les régions du Pacifique mais n'occasionne que de légers dégâts, peut-être en raison d'une moindre toxicité des sécrétions salivaires. La dispersion des dégâts de *E. guerreronis* dans les régions fortement affectées, Amérique du Sud, Caraïbes, Afrique de l'Ouest, a été extrêmement rapide [Mariau, 1977 ; Ortega *et al.*, 1965] et peut encore s'étendre vers ces régions non contaminées du Pacifique. D'autre part, *C. novahebridensis* peut effectivement entrer en compétition avec *E. guerreronis* et pourrait ainsi constituer un moyen de contrôle. Cependant, même si cela s'avérait vrai, il est possible que l'introduction de *C. novahebridensis* dans une nouvelle localité (fortement affectée) puisse avoir des conséquences fâcheuses et ne peut donc encore être sérieusement prise en considération. Par conséquent l'agent le plus prometteur pour assurer un contrôle biologique de *E. guerreronis* est *H. thompsonii*. Des projets d'essais au champ à Grenade et en Côte-d'Ivoire sont à l'étude.

Remerciements. — Cette étude a été en partie financée par O. D. M. Les auteurs souhaitent remercier le Dr C. Payne et M. P. Atkey pour leur concours dans le domaine de la microscopie électronique, les Drs C. Booth et B. Brady de l'Institut de Mycologie du Commonwealth pour l'identification de *A. curvulum* et *F. moniliforme* et M. D. Mac Farlane de l'Institut d'Entomologie du Commonwealth pour l'identification des espèces d'acariens. Nous sommes aussi redevables aux personnes suivantes qui nous ont aimablement envoyé des échantillons de noix de coco : M. J.-F. Julia (Côte-d'Ivoire), M. G. de Taffin (Nouvelles-Hébrides), Dr C. Perry (Nouvelle-Guinée), Dr B. Zelazny (Philippines), Dr R. Mahindapala (Sri Lanka), Dr M. Carsalade (Tahiti), Dr D. Romney (Jamaïque), Dr P. S. Crooker (Tonga), Dr K. G. Winsor, ODM (Thaïlande).